

УДК 778.38:535.4

Е.А. Пшеная-Северин (6 курс, каф. ФЭ), С.Н. Гуляев, ст.преп.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МНОГОКРАТНОЙ ЗАПИСИ ГОЛОГРАММ ПРИ СИНТЕЗЕ РАСЩЕПИТЕЛЕЙ ЛАЗЕРНОГО ПУЧКА

Abstract: In this paper the development of a computer simulation method of the hologram repeated recording process is represented.

Работа посвящена исследованию синтеза сложных пространственно-периодических структур (ППС), осуществляемого в двухлинзовой оптической схеме, позволяющей производить процесс многократной голографической записи. Аспекты создания ППС, обладающих заданными дифракционными свойствами, рассматривались ранее в [1]. Данная работа представляет развитие и реализацию вычислительных методов, лежащих в основе голографических модельных экспериментов.

В ходе работы был усовершенствован основной вычислительный алгоритм, что выразилось в отказе от использования рекуррентных формул и перехода к прямому вычислению амплитуд дифрагированных волн. Программа была разработана в среде Delphi5 (Паскаль).

Для практического применения исследуемых ППС необходимо решить следующие проблемы:

1. Увеличение КПД дифракционной структуры, путем уменьшения интенсивности нулевого порядка дифракции.
2. Расширение дифракционного спектра, т.е. увеличение количества порядков дифракции.

3. Увеличение равномерности распределения энергии по дифрагированным волнам.

Для решение указанных проблем велись исследования в трех основных направлениях:

1. Введение случайных фаз в комплексные амплитуды дифрагированных волн на каждом этапе голографической перезаписи.
2. Дополнительное пространственное трансформирование голограмм между этапами голографической перезаписи.
3. Введение пространственной фильтрации в оптическую схему.

Возможность реализации первого из указанных направлений на практике связана с наличием фазовых аберраций в реальных оптических системах и возможностью искусственного введения фазовых искажений в оптическую систему (например, путем помещения неоднородной по толщине стеклянной пластины в фокальную плоскость первой линзы). На рисунке 1 и 2

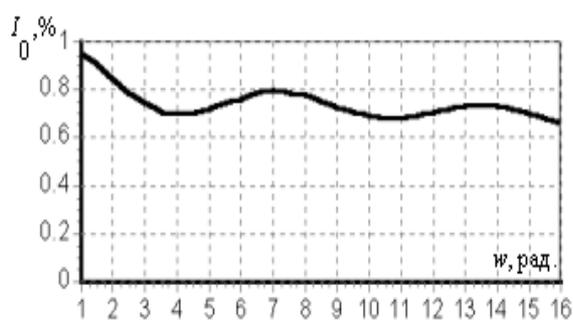


Рис.1

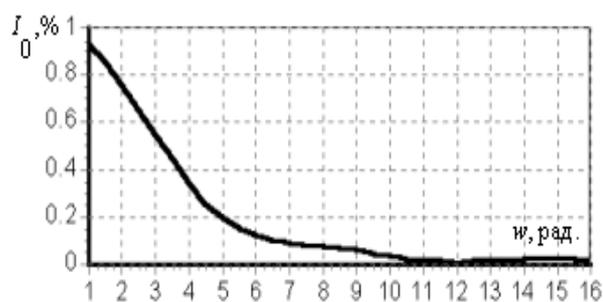


Рис.2

представлены зависимости интенсивности нулевого порядка (I_0) от значения глубины фазовой модуляции (w) на четвертом этапе перезаписи, для оптической системы без, и с введением случайных фазовых сдвигов, соответственно.

Оптимальный диапазон изменения случайных фазовых сдвигов, как показали расчеты, составил $0 - 2\pi$. Рисунки показывают возможность значительного уменьшения интенсивности нулевого порядка при введении случайных фазовых сдвигов. Полученные дифракционные спектры для различных реализаций метода случайных фаз сильно отличаются друг от друга по распределению энергии по порядкам дифракции (рис.3, 4).

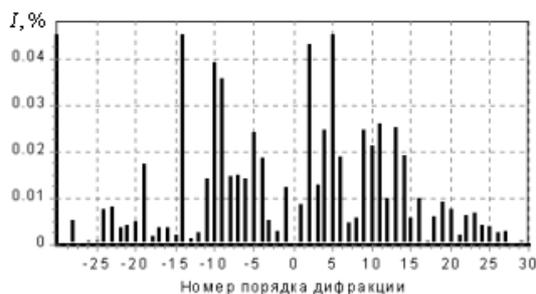


Рис.3

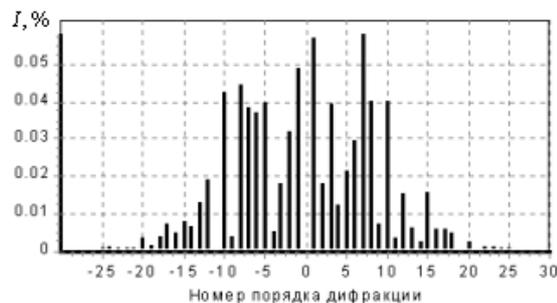


Рис.4

Второе направление реализуется на практике методом проекционного копирования исходной голограммы при разных углах освещающего пучка. Вычисления показали, что метод проекционного копирования также как и в предыдущем случае позволяет значительно уменьшить интенсивность нулевого порядка, однако получаемые дифракционные спектры обладают большой неравномерностью распределения энергии.

Введение пространственного фильтра в оптическую систему на этапе записи голограммы, дает возможность исключить из совокупности взаимодействующих при записи волн наиболее сильные по интенсивности.

На рис.5 и 6 представлены дифракционные спектры фазовой голограммы четвертого этапа, без применения, и с применением пространственной фильтрации, соответственно. Как видно из рисунков, применение пространственной фильтрации позволяет значительно увеличить ширину дифракционного спектра и, как показывают расчеты, несколько уменьшить интенсивность нулевого порядка дифракции.

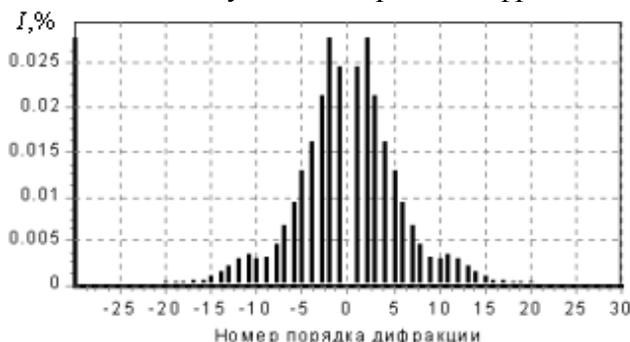


Рис.5

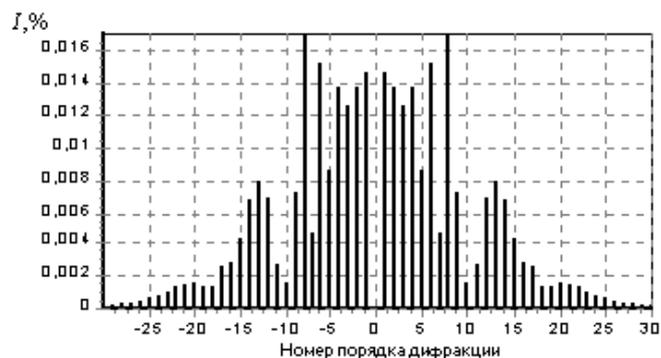


Рис.6

Как видно из рисунков, применение пространственной фильтрации позволяет значительно увеличить ширину дифракционного спектра и, как показывают расчеты, несколько уменьшить интенсивность нулевого порядка дифракции.

В целом наши исследования показывают, что значительного расширения дифракционного спектра голограмм можно добиться, используя все три, указанные выше, направления. Основными особенностями исследуемых методов является сильная неравномерность дифракционных спектров голограмм. Как мы предполагаем, эта проблема может быть решена путем введения пространственного усреднения по случайным реализациям рассматриваемых выше методов. Кроме того, можно ожидать полезных результатов от сочетания методов введения случайной фазы и метода пространственной фильтрации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е.А. Пшеная-Северин, С.Н. Гуляев, Синтез голографических расщепителей лазерного пучка // Материалы межвузовской научной конференции, ч. VIII, СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2002, С 97-99.